

## 解説 Review

## 3次元CADを用いた設計製図教育

平野 利幸<sup>\*1</sup>, 大高 敏男<sup>\*1</sup>, 朝比奈 奎一<sup>\*2</sup>

## Design and Drafting Education Using Three Dimensional CAD

Toshiyuki Hirano<sup>\*1</sup>, Toshio Otaka<sup>\*1</sup>, Keiich Asahina<sup>\*2</sup>**Key words:** 3D-CAD, Design and Drafting Education, Education of Engineers

## 1. はじめに

設計製図において、本格的に3次元CADを学ぶ学生にとって大切なことは、投影図から部品を作成すること、つまり空間形状が把握できるようになることである。しかし、コンピュータ技術の発達により、3次元CADを利用した設計製図は飛躍的に向上し、学生の3次元CADシステムのオペレーションはもちろんのこと、図面の読図能力、周辺知識とその応用力は多様である。また、3次元CADでモデルを作成するにあたって、実際の機械部品を理解し、組立手順を理解した上でアセンブリができること、機械を分解したときに、それを構成する部品の理解すること、そして、機械全体における役割がわかることなど学んでもらいたいことはとても多くある。そのため、学生の能力を引き出す効果的な3次元CAD教育の構築が必要であり、実際に現物を見て、触って、感じることでより中身を理解することがとても重要であると考えられる。

次のステップとして学生が3次元CADを学ぶために大切なことは、実際の機械部品を理解し、その部品を3次元CADでモデルを作成し、アセンブリができるようになることである。また、機械設計を学ぶために大切なことは、機械を分解したときに、それを構成する部品の名称がわかること、そして、機械全体における役割がわかることが大切である。さらに、実際に現物を見て、触って、感じることでより中身を理解することができる。

このことから、これらの内容を少しでも実践できる環境を用意するために、課題となるモデルを実際に製作し、学生に分解、組立作業を行ってもらった。さらに、3次元CADでモデルを作成するだけでなく、2次元CADで図面の作成を行った。本稿では、本学において実施している設計製図教育事例を紹介するとともに、学

生へのアンケートに基づくその教育効果について報告する。うことによってどのような教育効果が得られるかを検証したので報告する。

## 2. 駆動部を用いたモデリングの演習

これまで、CADを利用した設計製図教育における本校の事例を幾つか報告してきたが<sup>1-6)</sup>、これからもCADを利用した設計製図教育はものづくりの概念や要点を理解するために非常に重要である。

本研究で行っている設計製図の授業は週2コマ、計

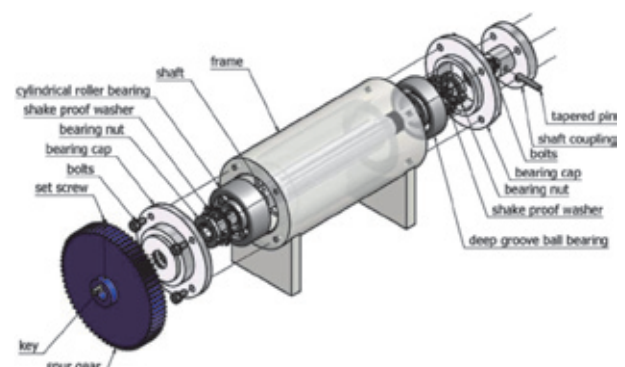
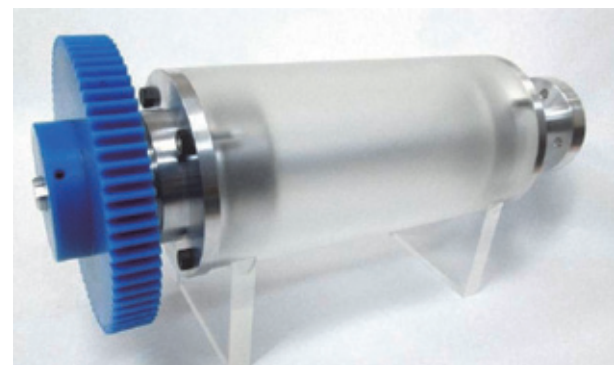


図1 演習に用いた駆動部

<sup>\*1</sup> 国士舘大学 理工学部 機械工学系<sup>\*2</sup> 東京都立産業技術高等専門学校 ものづくり工学科

180分授業で秋期（後期）に15回ある。授業はCADの操作ができるコンピュータ室で行っており、3次元CADソフトはCreo Parametricを用いている。筆者らは、CAD教育において、実践的な環境を用意することで、学生の習得意欲を高められると考えた。そこで、この課題演習では、機械製図の教科書等で取り上げられている機械要素部品を使用した駆動部を題材に製作した。製作した駆動部を図1に示す。

機械要素部品について春期の設計製図等で学習しているので、ここでさらに実際に部品を見て、触ることでより理解が深められると考えた。実際の駆動部のframeは鉄鋼材を使用するが、アクリル製のものも用意することで中を見やすくしている。また、学生一人ひとりに分解、組立をしてもらうためにこの駆動部を3台用意した。表2に示す機械要素部品を用いて、図2に示すように、駆動部の組立手順書を作成し、学生に工具の使い方も含めてより理解が深まるように工夫した。

3次元モデルの作成では図3に示すような部品図を読むしながら作業を行った。図4に学生が駆動部をアセンブリした3次元モデルの一例を示す。この演習を通じて学生一人ひとりが機械部品を理解し、アセンブリすることができた。また、CADでモデリングを行うだけで

なく、あえて2次元CADで製図を行うことで、投影図にする能力を養うことを目的に、組立図を学生に作図してもらった（図5）。

表2 演習課題部品の一覧

|   |   |          |    |   |          |
|---|---|----------|----|---|----------|
| 1 |  | フレーム     | 7  |  | ベアリング押さえ |
| 2 |  | シャフト     | 8  |  | 六角ボルト    |
| 3 |  | 深溝玉軸受け   | 9  |  | 歯車       |
| 4 |  | 内筒ころ軸受け  | 10 |  | キー       |
| 5 |  | 筒座金      | 11 |  | 軸継ぎ手     |
| 6 |  | ベアリングナット | 12 |  | テーパピン    |

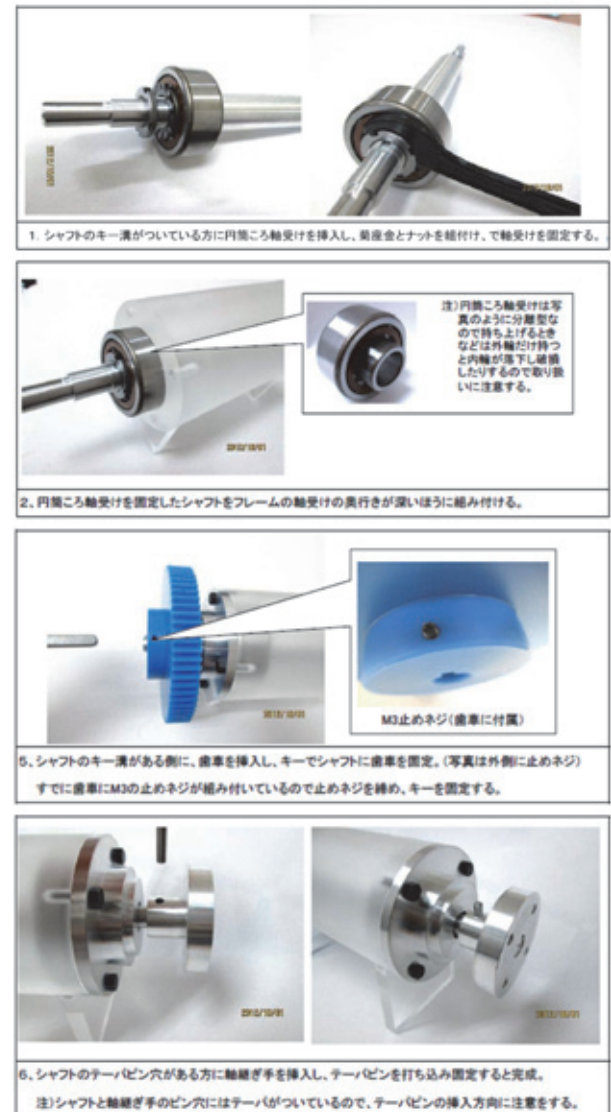


図2 作業手順の一例

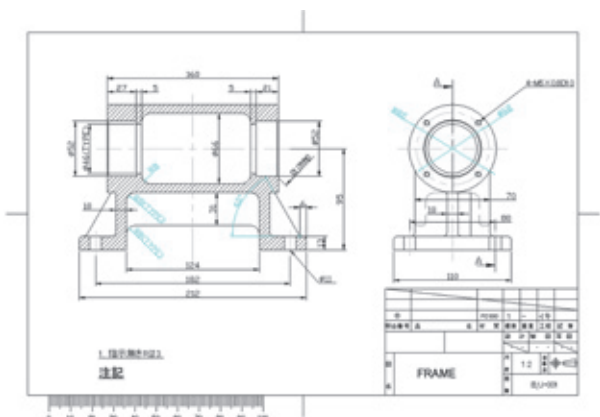


図3 モデリングに使用した図面例

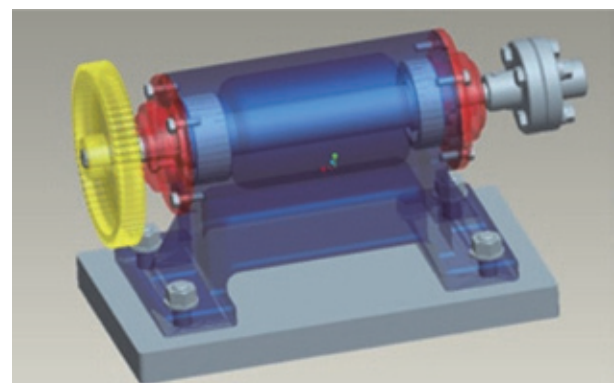


図4 課題演習（3次元モデル）の一例

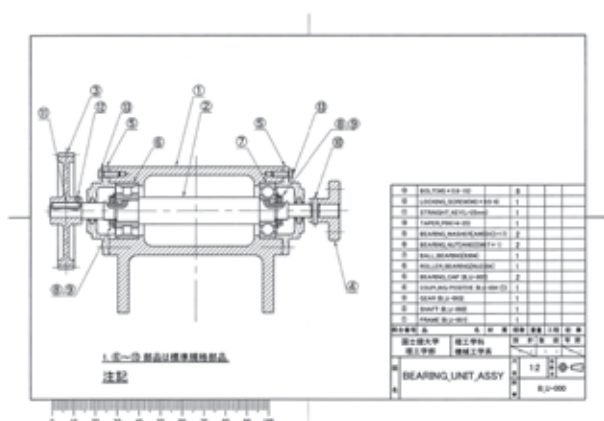


図5 課題演習（2次元図面）の一例

### 3. 教育成果

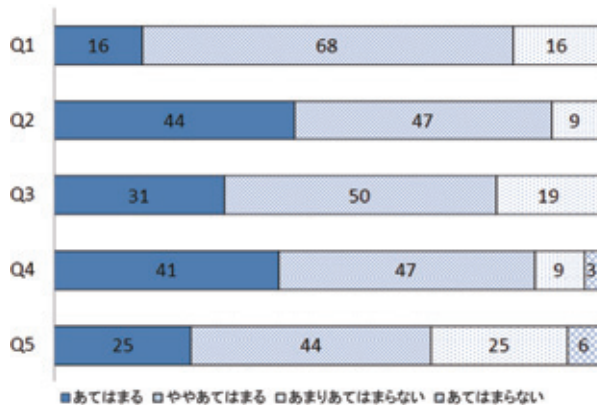
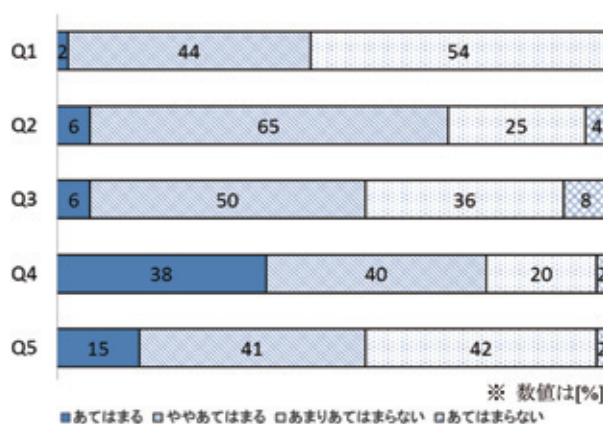
この課題演習で実際に分解、組立を行い、さらに組立図を作成したことによってどのような成果が得られたかを検証するために、この授業を受けた学生に対してアンケートを実施した。表2に課題演習に関するアンケートの設問内容を示し、図6にアンケート結果をまとめたものを示す。図6(a)は文献(1)で行ったときの結果であり、同図(b)は今回行った結果である。

Q1からQ3はCADの操作方法の習熟度や設計製図に大切な能力について学生なりの手応えを評価してもらった結果である。質問内容の捉え方が学生によって異なるが、2013年のときには8割以上の学生が手応えを感じていたが、2016年度では約5割から6割程度の学生に留まった結果となった。2013年の方は高専3年生を対象に行った結果であるのに対し、2016年は大学1年生を対象に行っている。そのため、今回行った授業（2016年）では、学生が設計製図を学び始めた1年目であるということと、CADに触れる期間がまだ短いことからこのような結果になったと考えられる。教員側から見るとどちらの年でも概ね全員が操作方法を理解し、モデリングすることができていたが、学生自身の感じ方は教員側とは異なっていることがわかった。

Q4およびQ5については、実物を扱ったことによって効果があつたかどうかに対する答えであるが、2013年では8、9割の学生がある程度は役に立ったと考えていたが、2016年では、3次元モデルの理解度に効果があつたが、2次元図面への理解に対して効果が少ない結果となった。2013年ではすでに機械要素部品を理解している学生にとっては、あまり効果がなかった場合と、機械製図の図示方法についてあまり把握できていない学生の両方がいたが、2016年では、特に2次元図面に投影する方法の理解がまだ追いついていないようであった。結果的に効果が得られた学生とそうでない学生とに分かれており、内容や手法の改善など行っていく必要がある。

表2 アンケートの設問内容

|    |  |
|----|--|
| Q1 | Creo の操作方法はどの程度習熟しましたか(現在までで習った操作の範囲で) |
| Q2 | 2次元図面から3次元モデルを想像することができますか             |
| Q3 | 3次元モデルから2次元図面を想像することができますか             |
| Q4 | 実物を分解組立したことで3次元モデルの理解度は増しましたか          |
| Q5 | 実物を分解組立したことで2次元図面の理解度は増しましたか           |

(a) 2013年度<sup>(1)</sup>

(a) 2016年度

図6 アンケート結果

### 4. おわりに

本稿では、本学で取り組んでいる3次元CADを用いた設計製図教育について紹介した。この取り組みから実物を用いながら分解、組立を課題演習の中で行うことで学生の理解がある程度は深まることがわかった。今後も、現状を注意深く見守りながらさらなる教育内容の充実を目指していきたい。

### 参考文献

- 1) 平野利幸, 三隅雅彦, 根澤松雄, 朝比奈奎一: 高専低学年のための3次元CAD設計製図教育, 日本設計工学会2013



- 年度春季研究発表講演会講演論文集, pp.123-124, (2013)
- 2) 平野利幸, 朝比奈奎一, 三隅雅彦, 根澤松雄: 光造形モデルを用いた3次元CAD教育の研究, No.11-56技術と社会の関連を巡って: 過去から未来を訪ねる 講演論文集, 日本機械学会, pp.49-50, (2011)
- 3) Keiichi Asahina, Toshiyuki Hirano, Toshio Otaka: Education of Manufacturing Systems Using 3D-CAD, The 2nd International Conference on Design Engineering and Science, Tokyo (2010)。
- 4) 朝比奈奎一, 平野利幸, 大高敏男: 金型を対象としたモノづくり教育 (設計教育・CAD教育 (II)), 技術と社会の関連を巡って: 技術史から経営戦略まで, 講演論文集 2009, pp.105-108, (2009)
- 5) 朝比奈奎一, 大高敏男: 3次元C A Dを中核とした設計教育のデザインステージへの拡張 (リバーエンジニアリングの活用), 平成19年度日本設計工学会春季研究発表講演会講演論文集, 5 (2007)。
- 6) 朝比奈奎一: 都立高専生産システム工学科における設計教育 (3次元ベースのモノづくり教育), 設計工学, 35, 12 (2000)